

Efektivitas Pupuk Organik dan Anorganik pada Pertumbuhan dan Hasil Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*)

(Effectiveness of Organic and Inorganic Fertilizers on the Growth and Yield of Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*))

Lilik Tri Indriyati

(Diterima September 2017/Disetujui Agustus 2018)

ABSTRAK

Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) merupakan salah satu tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi, kaya nutrisi dan vitamin, serta mengandung senyawa *glucoraphanin* yang memiliki khasiat antikanker. Pengelolaan hara yang terintegrasi antara pupuk organik dan anorganik merupakan kebutuhan yang penting saat ini untuk meningkatkan hasil tanaman brokoli dan untuk membudidayakan lahan sedemikian rupa sehingga produktivitas tanah tetap bisa berkelanjutan. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari efektivitas pupuk organik dan anorganik pada pertumbuhan dan hasil brokoli serta untuk mendapatkan kombinasi pupuk organik dan anorganik terbaik dalam menghasilkan brokoli yang tinggi. Terdapat delapan perlakuan yang terdiri atas perlakuan pupuk organik dan anorganik dengan takaran berbeda yang diberikan secara tunggal atau kombinasi, dan kontrol (tanpa pemberian pupuk). Tanaman brokoli sebagai tanaman indikator diukur tinggi dan jumlah daun tanaman untuk variabel pertumbuhan tanaman dan bobot serta diameter brokoli untuk variabel hasil. Perlakuan pupuk organik dan anorganik nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman dibandingkan kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan NPK standar. Perlakuan kombinasi pupuk organik dengan takaran setara 4 ton ha⁻¹ dan 50% takaran pupuk NPK standar menunjukkan diameter dan hasil brokoli tertinggi. Perlakuan tunggal pupuk organik dengan takaran setara 4 ton ha⁻¹ menunjukkan pertumbuhan dan hasil brokoli yang setara dengan perlakuan NPK standar.

Kata kunci: efektivitas, pengelolaan hara, produktivitas, pupuk anorganik, pupuk organik

ABSTRACT

Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) is one of exotic vegetables having a high value, highly nutritious, rich source of vitamins, and also it contains the glucoraphanin compound which have anticancerous properties. Integrated nutrient management between organic and inorganic fertilizers is an important demand of the present era to increase broccoli yield and to cultivate a land in such a way that the soil productivity should remain sustainable. This research was conducted to study the effectiveness of organic and inorganic fertilizers on the growth and yield of broccoli. There were eight treatments which consisted of organic and inorganic fertilizers with different applications, single or in combination, and control (without fertilizer). Plant of broccoli as an indicator plant was measured for its height and number of leaves for variables of plant growth parameter, and head weight and head diameter for variables of yield. Application of organic and/or inorganic fertilizers significantly increased the growth of broccoli plant compared with control, but they did not show a significant difference with standard NPK treatment. Combination of organic fertilizer at a rate of 4 tons ha⁻¹ and 50% the standard NPK fertilizer showed the highest diameter and yield of broccoli head. The sole application of organic fertilizer at a rate of 4 tons/ha showed the similargrowth and yield of broccoli with standard NPK treatment.

Keywords: efectiveness, inorganic fertilizer, nutrient management, organic fertilizer, productivity

PENDAHULUAN

Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) adalah salah satu sayuran yang penting dari keluarga *Brassicaceae* (Swarup 2012). Brokoli merupakan tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan dibudidayakan untuk dimanfaatkan bunganya untuk sayur dan dikonsumsi dalam kondisi mentah sebagai salad atau dimasak. Brokoli merupakan salah satu tanaman yang paling

penting karena kandungan nutrisinya yang tinggi, kaya akan vitamin dan mineral, seperti vitamin A dan C, karotenoid, serat, kalsium, dan asam folat (Paradis *et al.* 1995; Michaud *et al.* 2002) dan juga mengandung senyawa *glucoraphanin* yang memiliki sifat antikanker (Swarup 2012). Untuk meningkatkan produksi brokoli, petani mengaplikasikan pupuk kimia dalam jumlah banyak dan pupuk organik dalam jumlah relatif sedikit yang akhirnya dapat memengaruhi kesehatan tanah juga manusia (Meena *et al.* 2017). Selain itu, petani juga menggunakan pestisida untuk mencegah hama dan mengobati penyakit yang timbul pada tanaman brokoli. Penggunaan input pestisida dan pupuk buatan (anorganik) pada pertanian intensif dalam jumlah

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

* Penulis Korespondensi: Email: tri1503@yahoo.co.id

berlebih berdampak pada kerusakan lingkungan, yaitu terjadinya degradasi produktivitas dan kesuburan tanah, serta pencemaran sungai/danau/waduk/air tanah, yang pada tingkat tertentu dapat membahayakan kesehatan manusia (Reijntjes *et al.* 1999; Stoate *et al.* 2001). Penggunaan pupuk organik utamanya ditujukan untuk memperbaiki kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga produktivitas tanah menjadi optimum. Aplikasi pupuk kimia sendiri hanya dapat menyumbangkan satu atau beberapa unsur hara pada tanaman. Sebaliknya, pemberian input organik hanya dapat memperbaiki sifat fisik dan lingkungan biologi tetapi kandungan unsur haranya rendah (Adhikari *et al.* 2016). Oleh karena itu, pengelolaan hara yang terintegrasi antara pupuk organik dan kimia merupakan kebutuhan yang penting saat ini (Attigah *et al.* 2013) untuk peningkatan produktivitas tanaman. Tujuan utama pengelolaan hara terintegrasi adalah untuk membudidayakan suatu lahan sedemikian rupa sehingga tanah tetap bisa berkelanjutan dengan produksi dan kualitas tanaman yang maksimum (Mishra *et al.* 2014). Berdasarkan penjelasan di atas, percobaan ini dilakukan untuk menguji keefektifan pupuk organik dan anorganik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) dan untuk mendapatkan kombinasi pupuk organik dan anorganik terbaik untuk mendapatkan hasil brokoli yang tinggi.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Pengujian

Pengujian pupuk organik dan anorganik dilaksanakan pada bulan April–Agustus 2017. Pengujian dilakukan dengan percobaan pot yang diletakkan di lahan terbuka di Kebun Percobaan Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, IPB yang berada di Desa Pasir Sarongge, Kabupaten Cianjur.

Bahan dan Alat

Bahan tanah yang digunakan dalam percobaan ini adalah andosol dari Pasir Sarongge, Kabupaten Cianjur. Pupuk organik yang digunakan berupa pupuk padat yang berasal dari perusahaan pupuk. Pupuk kimia yang digunakan adalah urea, ZA, KCl, SP36, dan dolomit. Tanaman indikator yang digunakan adalah tanaman brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).

Metode Penelitian

Pengujian pupuk organik dan anorganik ini dilakukan dengan percobaan pot. Pot-pot percobaan diletakkan di lahan terbuka dan dilindungi oleh kain kasa (*screen*) untuk menghindarkan tanaman dari hama. Contoh bahan tanah diambil dari hamparan lahan kering pada kedalaman 0–20 cm, dibersihkan dari sisa-sisa akar tanaman, disaring sehingga lolos saringan 5 mm, dan selanjutnya bahan tanah tersebut dimasukkan ke dalam tiap pot setara dengan 10 kg bobot kering mutlak (BKM) atau sekitar 12 kg bobot kapasitas lapang. Agar pertumbuhan tanaman brokoli tumbuh baik pada kondisi pH sekitar 5–6,5, maka bahan tanah dalam semua pot percobaan dikapur lebih dulu secara merata dengan kapur dolomit setara dengan 325 kg ha⁻¹ dan diinkubasi pada kondisi kadar air kapasitas lapang selama satu minggu. Takaran rekomendasi pupuk N, P, K menggunakan pupuk urea, ZA, SP36, dan KCl yang diberikan masing-masing sebesar 72 kg urea ha⁻¹, 314 kg ZA ha⁻¹, 250 kg SP36 ha⁻¹, dan 200 kg KCl ha⁻¹. Perlakuan pupuk kimia urea, ZA, SP36, dan KCl (NPK) dengan 100% takaran dari takaran yang direkomendasikan selanjutnya disebut sebagai perlakuan pupuk standar (NPK standar). Takaran pupuk organik dan atau pupuk N, P, K untuk setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1. Takaran pupuk organik (PO) sesuai rekomendasi (100% takaran PO) adalah setara dengan 1.000 kg ha⁻¹. Konversi bobot pupuk organik, anorganik, dan dolomit dari hektar ke pot (Tabel 1) didasarkan pada jumlah populasi tanaman brokoli per hektar. Bila jarak tanam brokoli adalah 50 x 50 cm maka terdapat 4.000 tanaman brokoli. Dengan asumsi 80% lahan yang ditanami brokoli maka populasi tanaman brokoli yang dijadikan dasar perhitungan pupuk dalam pot adalah 32.000 tanaman.

Satu bibit tanaman brokoli umur 4 minggu ditanam pada masing-masing pot satu minggu setelah pemberian kapur dan pupuk organik. Pupuk organik diberikan ke dalam tanah bersamaan dengan pemberian dolomit satu minggu sebelum tanam. Pupuk tunggal SP-36 diaplikasikan dua kali pada saat tanam dan 20 hari setelah tanam (HST) sesuai dengan perlakuan, sedangkan urea, ZA, dan KCl diberikan tiga kali, yaitu pada saat tanam, 20 HST, dan 35 HST masing-masing 1/3 kali takaran. Selama pemeliharaan tanaman brokoli, tanah dalam pot dipertahankan pada kondisi kelembapan atau kadar air kapasitas lapang. Tanaman

Tabel 1 Perlakuan dan takaran pupuk organik dan atau pupuk N, P, K pada pertumbuhan dan hasil brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*)

Perlakuan	Urea	ZA	KCl	SP36	Pupuk organik	Dolomit
	g/pot					
Kontrol	0		0	0	0	10
NPK-std	2,3	9,8	6,3	7,8	0	10
2PO	0	0	0	0	63	10
4PO	0	0	0	0	125	10
1PO+0,5NPK	1,1	4,9	3,1	3,9	31	10
1PO+1NPK	2,3	9,8	6,3	7,8	31	10
2PO+0,5NPK	1,1	4,9	3,1	3,9	63	10
4PO+0,5NPK	1,1	4,9	3,1	3,9	125	10

brokoli mulai dipanen pada umur 10 minggu setelah tanam (MST), sampai semua tanaman dipanen. Pengendalian hama dilakukan secara manual dengan penyiraman larutan sabun deterjen ke daun brokoli. Pengamatan tanaman (agronomi) dilakukan pada tinggi tanaman dan jumlah daun pada 4, 7, dan 10 MST, sedangkan pada saat panen dilakukan pengukuran diameter brokoli dan hasil yang dinyatakan dalam bobot brokoli. Brokoli yang ditimbang adalah bagian bunga brokoli dengan tangkainya sepanjang 12 cm.

Analisis Data

Percobaan ini menggunakan rancangan lingkungan acak kelompok dengan 8 perlakuan yang diulang tiga kali sehingga diperoleh 24 satuan percobaan (pot percobaan). Pengaruh perlakuan pupuk organik pada parameter pertumbuhan dan hasil tanaman brokoli dilakukan analisis ragam dengan menggunakan Program SAS. Untuk perlakuan yang nyata diuji lanjut dengan *Least Significant Difference* (LSD) atau Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf uji 5%.

Metode Penilaian Efektivitas Pupuk Organik

Efektivitas agronomi pupuk organik ditentukan dengan metode *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE) (Machay *et al.* 1984) dengan rumus sebagai berikut:

$$RAE = \frac{\text{Bobot brokoli dari perlakuan pupuk organik yang diuji} - \text{kontrol}}{\text{Bobot brokoli dari pupuk NPK standar} - \text{kontrol}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia dan Fisik Andosol dari Pasir Sarongge, Cianjur

Sifat kimia dan fisik Andosol dari Pasir Sarongge, Kabupaten Cianjur yang digunakan sebagai media tumbuh disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan kriteria status hara tanah (Balai Penelitian Tanah 2005) kemasaman tanah (pH) Andosol di areal percobaan termasuk agak masam (5,7), kandungan C-organik, dan N-total tergolong sangat rendah, sedangkan basa-basa seperti Ca_{dd} , Mg_{dd} , K_{dd} , dan Na_{dd} serta P-total (HCl 25%) termasuk sedang sampai sangat tinggi. Kandungan P-tersedia atau P-Bray tergolong rendah. Walaupun kandungan P total sangat tinggi tetapi karena tingginya serapan P dalam Andosol oleh komponen-komponen tanah sehingga P yang tersedia dalam tanah menjadi rendah (Tabel 2). Dari hasil analisis komposisi ukuran butir tanah, Andosol dari Pasir Sarongge termasuk bertekstur *klei* karena mengandung *klei* cukup tinggi (lebih dari 40%). Berdasarkan sifat-sifat tanah tersebut dan adanya beberapa faktor pembatas kandungan dan ketersediaan unsur hara dalam tanah, maka secara umum tingkat kesuburan tanah yang digunakan untuk percobaan termasuk rendah. Hasil analisis pupuk organik yang digunakan dalam percobaan ini disajikan pada Tabel 3.

Efektivitas Pupuk Organik dan atau Pupuk N, P, K pada Pertumbuhan Tanaman Brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*)

Pertumbuhan tanaman brokoli yang dijadikan parameter dinyatakan sebagai tinggi tanaman dan jumlah daun. Analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) pada tinggi tanaman brokoli pada umur 7 MST dan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada umur 10 MST. Secara umum (Tabel 4), uji lanjut menunjukkan bahwa tinggi tanaman brokoli pada umur 7 dan 10 MST nyata lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk (kontrol). Tinggi tanaman brokoli pada perlakuan pupuk organik yang diberikan secara tunggal maupun yang dikombinasikan dengan pupuk N, P, K tidak berbeda nyata dari perlakuan NPK standar.

Tabel 2 Karakteristik Andosol dari Pasir Sarongge, Kabupaten Cianjur

Jenis analisis	Satuan	Nilai	Kriteria
Sifat kimia:			
pH H ₂ O	-	5,73	Agak masam
pH KCl	-	5,19	-
C-organik	%	0,98	Sangat rendah
N-total	%	0,08	Sangat rendah
P tersedia (Bray)	ppm	12,04	Rendah
P-HCl 25%	ppm	607,98	Sangat tinggi
Ca _{dd}	me/100 g	9,87	Sedang
Mg _{dd}	me/100 g	2,34	Tinggi
K _{dd}	me/100 g	1,24	Sangat tinggi
Na _{dd}	me/100 g	0,98	Tinggi
CTC	me/100 g	28,72	Sedang
KB	%	50,24	Tinggi
Fe tersedia	ppm	0,04	Rendah
Cu tersedia	ppm	0,10	Rendah
Zn tersedia	ppm	1,69	Tinggi
Mn tersedia	ppm	10,05	Tinggi
Sifat fisik:			
Pasir	%	25,73	<i>Klei</i>
Debu	%	32,21	
<i>Klei</i>	%	43,06	

Tabel 3 Hasil analisis pupuk organik yang digunakan dalam percobaan

Parameter	Satuan	Hasil uji mutu
C-organik	%	34,19
Rasio C/N	%	28
Hara makro (N+P ₂ O ₅ +K ₂)	%	6,37
Kadar air *	%	23,35
pH H ₂ O	-	6,1
Unsur mikro:		
Fe total	ppm	1.559
Mn total	ppm	262
Zn total	ppm	122
Bahan ikutan: (plastik,kaca, dan kerikil)	%	0
Logam berat:		
As	ppm	0,33
Hg	ppm	0,01
Pb	ppm	11
Cd	ppm	td
Unsur lain:		
La	ppm	0
Ce	ppm	0
Mikrob kontaminan:		
<i>E. Coli</i>	MPN/g	<30
<i>Salmonella</i> sp.	MPN/g	<30

Keterangan: * Kadar air atas dasar bobot basah dan td = Tidak terdeteksi.

Tabel 4 Pengaruh perlakuan pupuk organik dan pupuk N, P, K pada rata-rata tinggi tanaman brokoli umur 4, 7, dan 10 minggu setelah tanam (MST)

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm) pada umur		
	4 MST	7 MST	10 MST
Kontrol	18,7 a	29 c	43,7 b
NPK-std	29,3 a	47,3 ab	63,7 a
2PO	29,3 a	48,7 ab	61,7 a
4PO	23,3 a	52 a	62,7 a
1PO+0,5NPK	29,3 a	52 a	61 a
1PO+1NPK	25,7 a	48,7 ab	60,7 a
2PO+0,5NPK	25 a	45,3 ab	63,7 a
4PO+0,5NPK	21 a	41,3 b	61,3 a

Keterangan:Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata pada uji BNTpada taraf uji 5 %.

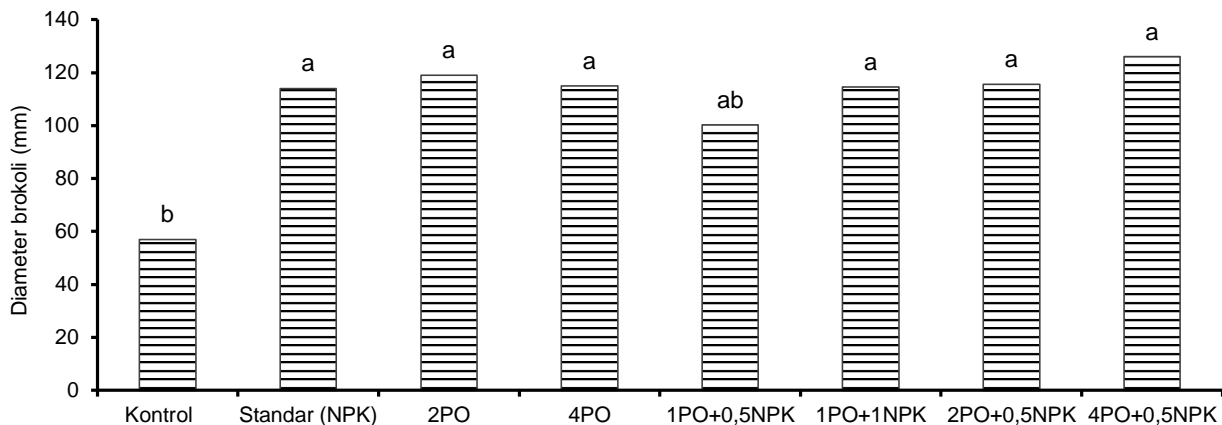
Tabel 5 memperlihatkan jumlah daun tanaman brokoli pada umur 4, 7, dan 10 MST. Analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dan atau pupuk N, P, K pada jumlah daun tanaman brokoli berpengaruh nyata pada umur 4, 7, dan 10 MST. Secara umum jumlah daun tanaman brokoli pada perlakuan pupuk organik baik yang diberikan secara tunggal maupun yang dikombinasikan dengan pupuk N, P, K nyata meningkatkan jumlah daun tanaman brokoli dibandingkan kontrol, dan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan NPK standar. Perlakuan tunggal pupuk organik dengan takaran dua kali (2PO) dan empat kali (4PO) dari takaran rekomendasi tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk N, P, K (1PO + 0,5NPK; 1PO + 1NPK; 2PO + 0,5NPK; dan 4PO + 0,5NPK). Hal ini menunjukkan bahwa pupuk organik efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman brokoli.

Efektivitas Pupuk Organik dan Pupuk N, P, K pada Diameter dan Bobot Brokoli serta Nilai *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE)

Pengaruh pupuk organik yang diberikan secara tunggal atau dikombinasikan dengan pupuk N, P, K pada diameter brokoli disajikan pada Gambar 1. Walaupun secara statistik tidak berpengaruh nyata namun secara umum pemberian pupuk organik dan pupuk N, P, K menunjukkan hasil diameter brokoli yang relatif lebih besar dibandingkan dengan kontrol dengan peningkatan diameter sebesar 100–121% (Gambar 1). Diameter brokoli pada perlakuan pupuk organik yang diberikan secara tunggal dengan takaran dua kali dan empat kali takaran rekomendasi tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan NPK standar. Demikian juga pemberian pupuk organik dengan takaran satu kali takaran rekomendasi yang dikombinasikan dengan pupuk N, P, K tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan N, P, K (Gambar 1).

Tabel 5 Pengaruh perlakuan pupuk organik dan pupuk N, P, K pada rata-rata jumlah daun tanaman brokoli umur 4, 7, dan 10 minggu setelah tanam (MST)

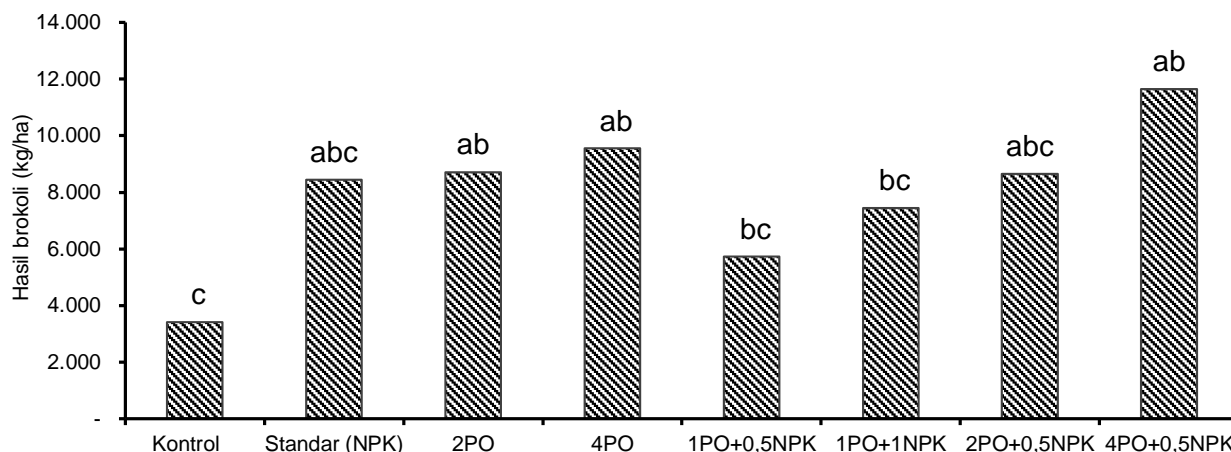
Perlakuan	Jumlah daun (tangkai) pada umur		
	4 MST	7 MST	10 MST
Kontrol	5 c	7,7 c	11 b
NPK-std	5,7 bc	10 b	14,7 a
2PO	7 a	13,7 a	16,7 a
4PO	6 abc	11,7 b	15,3 a
1PO+0,5NPK	6,3 ab	11,7 ab	16,3 a
1PO+1NPK	7 a	11,7 ab	15,7 a
2PO+0,5NPK	6,3 ab	10,7 b	16 a
4PO+0,5NPK	6,3 ab	10 b	15,7 a

Gambar 1 Pengaruh takaran pupuk organik dan atau pupuk N, P, K pada diameter brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).

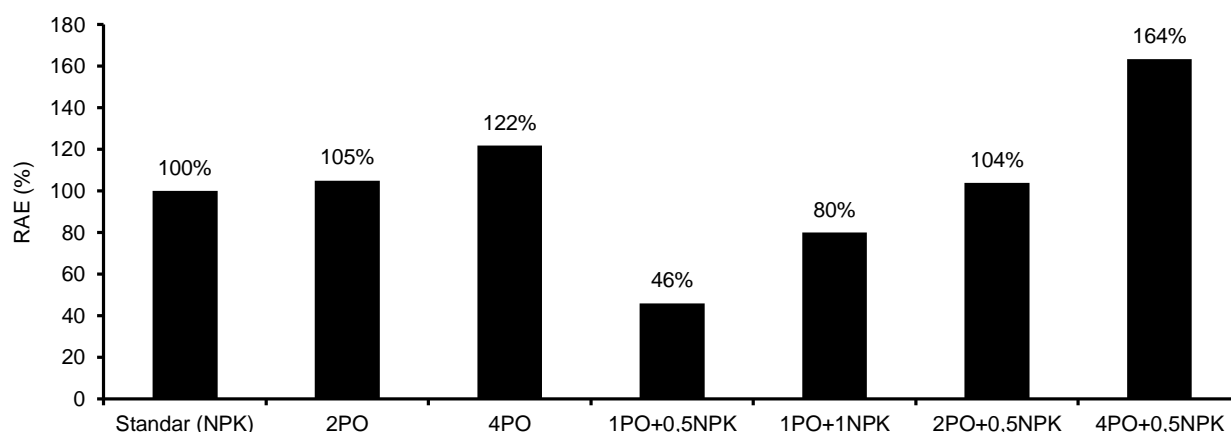
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik dan atau pupuk N, P, K tidak berpengaruh nyata pada hasil brokoli. Pengaruh pupuk organik yang diberikan secara tunggal atau dikombinasikan dengan pupuk N, P, K pada hasil brokoli disajikan pada Gambar 2. Walaupun tidak berpengaruh nyata secara statistik, pemberian pupuk organik dengan takaran dua kali (2PO) dan empat kali (4PO) takaran rekomendasi menunjukkan hasil brokoli yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan NPK standar dengan peningkatan masing-masing sebesar 3–12,9%. Peningkatan takaran pupuk organik sebesar dua kali lipat (4PO) cenderung meningkatkan hasil brokoli dengan peningkatan sebesar 9,6%. Pemberian pupuk organik dengan takaran satu kali takaran rekomendasi yang dikombinasikan dengan setengah (0,5NPK) dan satu kali (1NPK) takaran pupuk N, P, K cenderung lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan NPK standar. Namun dengan peningkatan takaran pupuk organik sebesar 2 kali (2 ton/ha) dan 4 kali (4 ton/ha) yang dikombinasikan dengan setengah kali takaran pupuk N, P, K (2PO+0,5NPK dan 4PO+0,5NPK) menunjukkan hasil brokoli yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan NPK standar dengan peningkatan masing-masing sebesar 2,3–37,9%. Hasil brokoli tertinggi diperoleh pada perlakuan 4PO + 0,5NPK. Hasil ini menunjukkan bahwa pupuk organik memberikan hasil yang bisa menyamai bahkan lebih tinggi daripada perlakuan NPK standar bila pupuk organik diberikan dengan takaran lebih dari satu kali takaran rekomendasi.

Relative Agronomic Effectiveness (RAE) adalah tingkat efektivitas suatu perlakuan pemberian pupuk dibandingkan dengan pupuk standar. Hasil perhitungan nilai RAE (*Relative Agronomic Effectiveness*) penggunaan pupuk organik dan atau pupuk N, P, K disajikan dalam Gambar 3. Perlakuan pupuk organik 2PO; 4PO; 2PO + 0,5NPK; dan 4PO+0,5NPK menunjukkan nilai RAE lebih dari 100%, dengan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan kombinasi 4PO+0,5NPK. Semakin besar takaran pupuk organik yang diberikan, baik diberikan secara tunggal maupun dikombinasikan dengan setengah kali takaran pupuk N, P, K (0,5NPK), nilai RAE semakin besar. Takaran pupuk organik setara dengan 1 ton/ha (1PO) yang dikombinasikan dengan pupuk N, P, K (1PO + 0,5NPK dan 1PO + NPK) belum mampu mendorong pertumbuhan dan hasil tanaman brokoli. Peningkatan takaran pupuk organik menjadi 2 ton/ha, baik yang diberikan secara tunggal (2PO) maupun yang dikombinasikan dengan pupuk N, P, K (2PO + 0,5NPK), mampu menyamai hasil brokoli dari perlakuan NPK standar, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai RAE-nya yaitu 104% dan 105%. Demikian juga peningkatan takaran pupuk organik menjadi 4 ton/ha (4PO dan 4PO + 0,5NPK) mampu meningkatkan hasil brokoli dibandingkan dengan NPK standar masing-masing sebesar 122 dan 164%.

Aplikasi pupuk organik dengan takaran yang tepat sangat penting dipandang dari segi produksi dan lingkungan. Peningkatan pertumbuhan dan hasil brokoli dengan pemberian pupuk organik dengan takaran di atas 2 ton/ha menunjukkan adanya perbaikan kondisi



Gambar 2 Pengaruh takaran pupuk organik dan atau pupuk N, P, K pada hasil brokoli (*Brassica oleracea* var. *italica*).



Gambar 3 Pengaruh takaran pupuk organik dan atau pupuk N, P, K pada nilai *Relative Agronomic Effectiveness* (RAE).

kesuburan tanah, yaitu peningkatan biomassa mikroba tanah dengan tersedianya C-organik dari pupuk organik tersebut yang merupakan sumber energi bagi mikroba tanah. Mikroba tanah berperan dalam meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman. Di samping itu, pemberian pupuk organik ke dalam tanah meningkatkan kemampuan menahan air dan kapasitas tukar kation tanah sehingga kation-kation yang berasal dari pupuk N, P, K yang diberikan pada perlakuan kombinasi (4PO + 0,5NPK) lebih banyak ditahan oleh kompleks serapan tanah dan tersedia bagi tanaman. Chatterjee *et al.* (2005) menyatakan bahwa pupuk organik berperan langsung dalam pertumbuhan tanaman sebagai sumber semua unsur makro dan mikro dalam bentuk tersedia selama mineralisasi, dan memperbaiki sifat-sifat fisik dan kimia tanah. Penambahan pupuk organik ke dalam tanah juga memperbaiki sifat fisik tanah mendorong perkembangan perakaran sehingga penyerapan hara dan air oleh akar lebih baik. Anant-Bahadur *et al.* (2006) juga menyatakan bahwa bahan organik memainkan peranan penting dalam perilaku kimia dari beberapa unsur logam dalam tanah melalui gugus-gugus aktifnya (asam, flavonoid, dan asam humat) yang mampu mengikat logam tersebut dalam bentuk kompleks dan khelat. Hal ini menyebabkan penggunaan pupuk organik yang dikombinasikan

dengan pupuk anorganik mendorong pertumbuhan dan hasil brokoli yang lebih tinggi. Aplikasi pupuk organik dengan takaran 1 ton/ha (1PO) yang dikombinasikan dengan pupuk N, P, K (1PO + 0,5NPK dan 1PO + 1NPK) belum mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini juga sejalan dengan pernyataan Rosen dan Bierman (2005) yang meneliti pengaruh penggunaan pupuk kandang dan kompos sebagai sumber hara bagi tanaman buah-buahan dan sayuran bahwa aplikasi bahan organik secara tunggal dengan takaran yang terlalu rendah dapat menyebabkan kekurangan hara dan hasil yang rendah.

KESIMPULAN

Pupuk organik yang diberikan secara tunggal maupun yang dikombinasikan dengan pupuk N, P, K nyata meningkatkan pertumbuhan (tinggi, jumlah daun, dan diameter) brokoli dibandingkan dengan Kontrol, tetapi tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan Standar. Perlakuan kombinasi pupuk organik dengan takaran 4 ton ha⁻¹ dan setengah takaran rekomendasi pupuk N, P, K (4PO + 0,5NPK) merupakan kombinasi pupuk terbaik berdasarkan nilai RAE, dengan nilai RAE tertinggi sebesar 164%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari P, Khanal A, Subedi R. 2016. Effect of different sources of organic manure on growth and yield of sweet pepper. *Advances in Plants and Agriculture Research*. 3(5): 158–161.
- Anant-Bahadur, Jagdsih-Singh, Singh KP, Upadhyay AK, Mathura-Rai. 2006. Effect of organic amendments and biofertilizers on growth, yield, and quality attributes of chinese cabbage (*brassica pekinensis*). *Indian Journal of Agriculture Sciences*. 76(10): 596–598.
- Attigah AS, Asiedu EK, Agyarko K, Dapaah HK. 2013. Growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) as affected by organic and inorganic fertilizers. *ARPN: Journal of Agriculture Biology Sciences*. 8(12): 766–770.
- Chaterjee B, Ghanti P, Thapa U, Tripathy P. 2005. Effect of organic nutrition in spro broccoli (*Brassica oleraceae* var. *italic plenck*). *Vegetable Science*. 33(11): 51–54.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk Analisis Tanah, Air, Pupuk, dan Tanaman. Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor (ID).
- Machay AD, Syers JK, Gregg PEH. 1984. Ability of chemical extraction prosedures to assess the agronomic effectiveness of phosphate rock material. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 27: 219–230. <https://doi.org/10.1080/00288233.1984.10430424>
- Meena VK, Dubey AK, Jain VK, Tiwari A, Negi P. 2017. Effect of plant growth promoters on flowering and fruiting attributes of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. *Field Crops Research*. 52(1, 2 & 3): 37–40.
- Michaud DS, Pietinen P, Taylor PR, Virtanen M, Virtamo J, Albanes D. 2002. Intakes of fruits and vegetables, carotenoids and vitamins A, E, C in relation to the risk of bladder cancer in the ATBC cohort study. *British Journal of Cancer*. 87: 960–965. <https://doi.org/10.1038/sj.bjc.6600604>
- Mishra PP, Das AK, Mishra N. 2014. Effect of integrated nutrient management on yield, quality and economics of knolkhol (*Brassica oleracea* L. cv. gongylodes). *Asian Journal of Horticulture*. 9(2): 382–385. <https://doi.org/10.15740/HAS/TAJH/9.2/382-385>
- Paradis C, Castaigne F, Desrosiers T, Willemot C. 1995. Evaluation of vitamin C, β -carotene and chlorophyll content in broccoli heads and florets during storage in air. *Sciences des Aliments*. 15(2): 113–123.
- Reijntjes C, Haverkort B, Bayer AW. 1999. *Pertanian Masa Depan*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Rosen CJ, Bierman PM. 2005. *Using manure and compost as nutrient sources for fruit and vegetable crops*. Department of soil, water, and climate. Minnesota (US): University of Minnesota.
- Stoate C, Boatman ND, Borralho RJ, Carvalho CR, de Snoo GR, Eden P. 2001. Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management*. 63(4): 337–365. <https://doi.org/10.1006/jema.2001.0473>
- Swarup V. 2012. *Vegetable science and technology in India*. New Delhi (IN): Kalayani Publishers. pp 370–371.